ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 SEPTEMBRE 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture de la lettre suivante :

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous informer que mon père a désiré laisser à l'Académie des Sciences la somme de cent mille francs. Voici d'ailleurs dans quels termes il a constitué ce legs :

« Je lègue à l'Académie des Sciences de l'Institut de France la somme de cent mille francs, en mémoire de mon grand-père et de mon père, membres comme moi de cette Académie ; je lui laisse le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages de ce capital, soit pour établir une fondation ou un prix, soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages dans le but de favoriser les progrès des sciences. »

Permettez-moi, Monsieur le Président, de vous dire que je suis de grand cœur en harmonie avec la volonté de mon père en ce qui concerne ce legs, et j'exprime le vœu que cette donation puisse contribuer à l'avancement des sciences.

Je vous prie, Monsieur le Président, de vouloir bien agréer l'expression de mes sentiments les plus respectueux et les plus dévoués.

Jean Becquerel.

M. le **Président**, après lecture de la lettre de M. *Jean Becquerel*, prononce l'allocution suivante :

Mes chers Confrères, votre émotion est certainement celle que j'ai ressentie quand j'ai lu cette lettre pour la première fois. Vous admirez l'âme généreuse, la noblesse et la hauteur des sentiments de notre Confrère. Henri Becquerel avait un culte fait d'amour et de respect pour la Science, pour l'Académie, pour le nom illustre qu'il avait reçu et qu'il transmet glorieux. Il a jeté dans le monde des découvertes qui ont été et qui seront pendant des siècles génératrices de découvertes. Sa piété filiale les rattachait à l'œuvre de son père et de son grand-père. C'est en leur nom commun qu'il confie à l'Académie le soin d'écarter les obstacles qui barrent souvent la route aux travailleurs.

Il a voulu, par sa munificence, que, pendant un avenir indéfini, les hommes de Science pussent librement s'engager dans les voies du progrès, sous l'égide de l'Académie, en invoquant le nom des Becquerel.

Vous m'autoriserez à exprimer au fils qui s'associe si noblement à cette libéralité les sentiments d'admiration, de respect et de gratitude qu'elle nous inspire.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Détermination des systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides de Dupin et, plus généralement, une famille de surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes.* Note de M. **Gaston Darboux.**

Dans un des derniers numéros des *Comptes rendus* (séance du 3 août 1908, p. 296) un jeune géomètre, M. Haag, a donné une élégante construction d'un système triple orthogonal dont M. E. Cosserat avait, le premier, signalé l'existence; ce système est engendré par une cyclide de Dupin qui se meut dans l'espace en demeurant invariable de forme et de dimensions. Cette recherche particulière m'a donné l'idée d'étudier une question plus générale et d'essayer de déterminer tous les systèmes triples orthogonaux dont une famille au moins est composée de cyclides de Dupin, celles-ci n'étant plus assujetties à demeurer toujours égales à elles-mêmes.

L'intérêt que présente cette étude est plus grand qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord; elle nous conduira, on le verra plus loin, à la détermination de tous les systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes.

Considérons les deux courbes du second degré qui sont focales l'une de l'autre et sont définies par les équations

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1, \qquad z=0, \tag{1}$$

$$\frac{x^2}{c^2}-\frac{z^2}{b^2}=1, \qquad y=0, \tag{2}$$

c étant liée à a et à b par la relation

$$c^2=a^2-b^2. \tag{3}$$

Il y a, comme on sait, une famille de cyclides parallèles dont les normales rencontrent les deux courbes.

La plus générale d'entre elles est l'enveloppe, soit de la sphère (S) définie par l'équation

$$x^2+y^2+z^2-2(ax+ck)\cos\varphi-2by\sin\varphi+b^2-k^2=0, \tag{4}$$

soit de la sphère (S_1) définie par l'équation

$$x^2+y^2+z^2-2(cx+ak)\cos\varphi_1-2biy\sin\varphi_1-b^2-k^2=0. \tag{5}$$

Les centres de ces deux sphères sont les centres de courbure principaux de la cyclide, c'est-à-dire les points où la normale à la surface rencontre les deux coniques focales. Leurs rayons sont les rayons de courbure principaux. Ils ont pour expressions

$$\left\{\begin{aligned} R &= c\cos\varphi+k,\\ R_1 &= a\cos\varphi_1+k.\end{aligned}\right. \tag{6}$$

Les coordonnées d'un point de la cyclide sont données par les formules

$$\left\{\begin{aligned} x &= \frac{\dfrac{a}{R}\cos\varphi-\dfrac{c}{R_1}\cos\varphi_1}{\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{R_1}},\\ y &= \frac{\dfrac{b}{R}\sin\varphi}{\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{R_1}},\\ z &= \frac{-\dfrac{bi}{R_1}\sin\varphi_1}{\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{R_1}},\end{aligned}\right. \tag{7}$$

et son élément linéaire a pour expression

$$(8) \qquad ds^2 = \frac{b^2}{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right)^2}\left(\frac{d\varphi^2}{R^2} - \frac{d\varphi_1^2}{R_1^2}\right),$$

ce qui est bien d'accord avec les notions acquises sur l'élément linéaire d'une surface rapportée à deux séries de cercles géodésiques orthogonaux.

Remarquons une fois pour toutes que, pour faire disparaître toute apparence d'imaginarité, il suffirait de remplacer φ_1 par $i\varphi_1$.

Après ces remarques préliminaires, arrivons au problème que nous avons en vue et proposons-nous de déterminer tous les systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides.

Voici d'abord une méthode à laquelle on pourrait songer. Considérons une surface dont l'équation dépende de N paramètres. Pour obtenir la famille la plus générale formée avec de telles surfaces, il suffit de supposer que $N - 1$ de ces paramètres sont fonctions de celui qu'on aura exclu. Cette famille dépendra donc de $N - 1$ fonctions *d'une seule variable*. En exprimant qu'elle satisfait à l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui caractérise les familles de Lamé, on aura les conditions nécessaires et suffisantes auxquelles doivent satisfaire les $N - 1$ fonctions. Ces conditions, qui contiennent les dérivées premières des fonctions, pourront d'ailleurs être incompatibles.

Cette méthode, qui pourra être d'une application difficile, offre l'avantage de donner des notions précises sur le degré de généralité de la solution. Cette solution, si elle existe, s'obtiendra en intégrant un système d'équations différentielles auxquelles devront satisfaire $N - 1$ fonctions d'une seule variable.

Quand on connaît les lignes de courbure de la surface considérée, il existe une autre méthode que j'ai déjà appliquée avec succès dans mon *Mémoire sur la théorie des coordonnées curvilignes et des systèmes orthogonaux* (*Annales de l'École Normale*, 1878) et qui conduit rapidement au but dans le cas présent. Voici en substance quelle est cette méthode. On prend les lignes de courbure (C) d'un seul système des surfaces (S) qui composent la famille et l'on exprime qu'on peut grouper ces lignes de courbure de manière à obtenir des surfaces normales aux diverses surfaces (S). D'après la réciproque du théorème de Dupin que j'ai établie en 1864, les conditions ainsi exprimées sont à la fois nécessaires et suffisantes.

Je n'entrerai pas ici dans le détail des calculs; mon Mémoire paraîtra

dans le Recueil de l'Académie. Je vais me borner à consigner le résultat de la recherche.

Les axes coordonnés auxquels sont rapportées les deux coniques focales de la cyclide forment évidemment un trièdre mobile (T). Je désigne par $\xi, \eta, \zeta, p, q, r$ les translations et les rotations infiniment petites de ce trièdre, qui sont évidemment des fonctions du paramètre ρ_2 de la famille. Les paramètres de forme a, b, c, k de la cyclide sont évidemment des fonctions de ρ_2. Je désignerai leurs dérivées par des lettres accentuées. Cela étant, on obtiendra les conditions suivantes :

$$(9)\qquad \begin{cases} p = 0, \quad c\zeta + akp = 0, \quad a\eta - ckr = 0, \\ b^2 k\xi = acbb' + k^2(ac' - ca'). \end{cases}$$

La variable φ sera une fonction de ρ et de ρ_2, qui devra satisfaire à l'équation

$$(10)\qquad \frac{\partial\varphi}{\partial\rho_2} = -\frac{b\eta}{ck} + \frac{cb'}{bk}\sin\varphi.$$

La constante arbitraire introduite par l'intégration sera le paramètre ρ d'une des familles du système triple.

On aura de même pour φ_1 l'équation

$$(11)\qquad \frac{\partial\varphi_1}{\partial\rho_2} = -\frac{bi\zeta}{ak} + \frac{ab'}{bk}\sin\varphi_1,$$

et ici la constante arbitraire introduite par l'intégration sera le paramètre ρ_1 de la troisième famille orthogonale.

La solution que nous obtenons est, on le voit, assez étendue. Les paramètres de forme de la cyclide, a, b, k, peuvent varier *comme on veut* et sont des fonctions quelconques de ρ_2. Quant au mouvement du trièdre (T), qu'on peut appeler le *trièdre principal* de la cyclide, il est assujetti seulement aux quatre conditions (10), de sorte qu'il dépend de *deux* fonctions arbitraires. Cela fait en tout cinq fonctions arbitraires; mais, comme on peut remplacer ρ_2 par une fonction quelconque de ρ_2, on voit qu'il y a en réalité *quatre* fonctions distinctes dans la solution que nous obtenons. Or, la famille la plus générale de cyclides ne dépend que de huit fonctions arbitraires d'une variable. On ne pouvait guère s'attendre à un résultat aussi général.

Avant d'étudier cette solution, il est bon d'indiquer un cas dans lequel elle est en défaut. C'est celui où l'on a

$$k = 0.$$

Alors la quatrième équation (9) ne détermine plus ξ. Elle nous donne

$$b' = 0.$$

Les cyclides pour lesquelles la constante k est nulle se distinguent de toutes les autres en ce qu'elles ont *trois* plans de symétrie au lieu de deux seulement. Elles sont, par exemple, les inverses d'un cône de révolution par rapport à un pôle d'inversion pris dans le plan de symétrie du cône perpendiculaire à l'axe de révolution, ou les inverses d'un tore par rapport à un pôle pris sur la sphère qui a pour diamètre le segment intercepté par le tore sur son axe de révolution.

Dans ce cas spécial, les équations (9) nous donnent :

$$(12) \qquad p = 0, \quad \eta = 0, \quad \zeta = 0, \quad b' = 0,$$

et les équations (10) et (11) se transforment dans les suivantes:

$$(13) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\varphi}{\partial\rho_2} = -\dfrac{br}{a} + \dfrac{\xi}{a}\sin\varphi, \\ \dfrac{\partial\varphi_1}{\partial\rho_2} = \dfrac{biq}{c} + \dfrac{\xi}{c}\sin\varphi_1. \end{cases}$$

L'interprétation géométrique de la solution est d'ailleurs très simple. D'après les formules (12), tout point du plan des yz du trièdre (T) a sa vitesse perpendiculaire à ce plan. Ce plan roule donc sans glisser sur une développable quelconque, et le centre commun de l'ellipse et de l'hyperbole focales décrit une des trajectoires orthogonales de ce plan. Les tangentes de cette courbe sont les différentes positions de l'axe focal commun aux deux coniques. Les deux axes non focaux enveloppent deux développées de la courbe. Nous obtenons ainsi la généralisation de la proposition signalée par M. Haag dans le cas spécial où la cyclide demeure invariable de forme.

Remarquons encore que les quatre points doubles de la cyclide décrivent des trajectoires orthogonales du plan des yz.

HISTOLOGIE. — *Sur quelques formes mixtes d'altérations nucléaires.* Note de M. **Joannes Chatin**.

Nos connaissances sur le noyau de la cellule ont progressé fort lentement : sa première mention semble dater de 1781 et être due à Fontana, qui le représente « comme un corps ovoïde avec une ou plusieurs taches claires en

son milieu ». Cette conception simpliste se maintint durant plus d'un siècle, car, en 1882, nous voyons Hanstein se borner à présenter le noyau comme un corps *énigmatique*.

Ce fut donc très laborieusement, en s'aidant des perfectionnements apportés à l'instrumentation et des progrès de la technique, qu'on parvint à déceler les secrets de la structure du noyau. On dut alors reconnaître que le corpuscule ovoïde de Fontana représentait, dans la cellule et pour la cellule, un organe ou plutôt un appareil des plus complexes.

Après de minutieuses recherches et de nombreuses controverses, on réussit à scruter et à dénombrer ses diverses parties : membrane nucléaire, formation nucléinienne, nucléoles, pseudonucléoles, karyoplasma. Puis vint la discussion des faits relatifs à l'électivité spécifique et chromatique du noyau, avec l'analyse comparative de la longue chaîne des nucléines.

On voit que l'énigme de Hanstein ne fut pas facile à résoudre; elle provoqua une longue série d'efforts qui se succédèrent durant un quart de siècle et qui, seuls, permirent d'élucider les divers détails de la constitution, puis du fonctionnement du noyau.

Ce fut seulement après avoir ainsi édifié ce qui représentait, en quelque sorte, l'anatomie et la physiologie normales de l'appareil nucléaire qu'on put rationnellement tenter d'aborder ce qui avait trait à sa pathologie.

Au cours des multiples investigations dont je viens de résumer brièvement les principales étapes, on avait parfois noté des altérations nucléaires; mais ces observations demeuraient éparses et imprécises. Ce fut un de mes anciens élèves, le Dr Jean Maumus, qui, le premier, réussit à grouper, sous un petit nombre d'espèces principales, les diverses formes de dégénérescence nucléaire. Ce savant observateur en énumère cinq : 1° disparition simple du noyau; 2° caryolyse; 3° caryorhexie; 4° vacuolisation; 5° pycnose. Ces termes caractérisent suffisamment les modalités qu'ils représentent et dont on trouvera la description dans la Thèse du Dr Jean Maumus; j'ajoute que ces processus de dégénérescence sont d'autant plus intéressants qu'on peut les observer dans la cellule végétale comme dans la cellule animale.

Mais nous savons qu'en Biologie il n'y a pas de distinctions immuables : les types que nous énumérons et que nous sérions, pour la clarté de nos exposés ou pour l'enchaînement de nos recherches, sont rarement séparés d'une façon absolue; en réalité, ils se trouvent presque toujours reliés par des états de passage ou par des formes mixtes. C'est précisément ce qui se produit ici, comme j'ai pu récemment le constater.

L'an dernier, dans une Communication présentée à l'Académie ([1]), j'ai montré que, dans les glandes nidoriennes de la Genette, le noyau disparaît par caryolyse. Cette conclusion était d'accord avec ce qui s'observe dans les glandes sébacées auxquelles se rattachent étroitement ces glandes nidoriennes, comme je l'ai montré antérieurement ([2]). Mais le fait est-il constant? Ne peut-il se modifier? Quelles formes revêt alors la dégénérescence nucléaire?

Pour répondre à ces questions, j'ai repris les mêmes recherches sur un type assez voisin, au double point de vue zoologique et sécrétoire, sur l'appareil nidorien de la Civette (*Viverra Civetta*). On sait que ce carnivore présente des glandes nidoriennes très développées dont le produit a tenu jadis une grande place dans l'ancienne matière médicale, qui employait ce *viverreum* comme antispasmodique.

La glande nidorienne de la Civette offre une structure assez complexe que j'ai décrite autrefois; aussi me bornerai-je à résumer ses modes de dégénérescence nucléaire : la caryolyse est encore ici fréquente; mais, dans certaines cellules, on constate que la fonte progressive de la chromatine, la désagrégation du réseau de linine, etc., sont souvent interrompues et traversées par des épisodes qui ne s'observaient pas chez la Genette; dans bien des cas, la masse nucléaire est ponctuée par de nombreuses vacuoles, de sorte qu'on est en présence d'une altération nucléaire tenant à la fois de la vacuolisation et de la caryolyse. Ailleurs, on voit la chromatine se réunir en une masse centrale d'où émergent quelques filaments, et l'on trouve ainsi rapprochées certaines phases de la pycnose et de la caryolyse. Ces exemples de modalités mixtes se multiplieront vraisemblablement avec les nouvelles et fécondes recherches qu'appelle encore le noyau considéré dans sa constitution et son fonctionnement, comme dans sa dégénérescence qui amène fatalement la mort de la cellule.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences exactes, physiques et naturelles de Madrid** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion des décès de M. *Henri Becquerel* et de M. *Mascart*.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 2 septembre 1907.

([2]) *Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 1873-1874.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture des deux dépêches suivantes :

Guernesey, 5 septembre.

Temps très beau; partons aujourd'hui; tout bien.

Charcot.

Funchal (Madère), 12 septembre.

Tout bien; nous allons tous très bien à bord et la bonne entente règne partout.

Charcot.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Chronométrie; par J. Andrade.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète* 1908 *c, faites à l'Observatoire de Marseille avec l'équatorial d'Eichens* (0^m, 26 *d'ouverture*). Note de M. **Borrelly**, transmise par M. Baillaud.

Dates. 1908.	Étoile de comparaison.	Comète. — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.
		m s	′ ″	
Sept. 3	a	—4.19,04	+ 4.32,3	5:5
» 4	b	+3.36,62	—16.32,3	4:4
» 6	c	—1.48,15	— 2. 6,9	5:5
» 7	d	—5.40,30	+ 2.17,7	5:5
» 11	e	—1.22,13	— 2.55,7	6:6

Position des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Ascension droite moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1908,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a	8	3.23.24,82	+2,92	+67.16.15,5	—9,0	3795 An. de Vienne
b	7	3.12.17,35	+3,18	+68. 7.25,5	—8,5	3618 An. de Vienne
c	8	3. 8.52,28	+3,45	+69. 7. 9,4	—8,1	3559 An. de Vienne
d	9	3. 7.48,45	+3,61	+69.38.16,4	—8,0	3532 An. de Vienne
e	7,5	2.39.47,99	+4,48	+71.57.36,6	—5,8	3091 An. de Vienne

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1908.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 3...	13.55.22	3.19. 8,70	$\bar{1}$,843*n*	+67.20.38,8	0,881
» 4...	10.47.45	3.15.57,15	0,061*n*	+67.50.44,7	0,207
» 6...	14.35. 4	3. 7. 7,58	$\bar{1}$,664*n*	+69. 4.54,4	0,895
» 7...	14.39.46	3. 2.11,76	$\bar{1}$,607*n*	+69.40.26,1	0,896
» 11...	8.42.16	2.38.30,34	0,141*n*	+71.54.35,1	$\bar{1}$,985

Remarque. — Cette comète, découverte en Amérique le 1er septembre, a été trouvée aussi le 3 septembre à Marseille. Elle est de dixième grandeur; la faible condensation centrale est entourée d'une chevelure et une queue d'une dizaine de minutes est à l'opposé du Soleil.

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle comète* 1908 *c, faite à l'Observatoire de Besançon avec l'équatorial coudé.* Note de M. P. **Chofardet**, transmise par M. Baillaud.

Date. 1908.	★	Temps moyen de Besançon.	ΔÆ.	Δ℗.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Sept. 5.........	*a*	12.45.14	—2. 8,98	—4.30,3	9 : 6

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1908,0.

★	Gr.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduct. au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a....	10	Ano. rapp. à ★ *b*	3.13.56,59	+3,26	21.37.14,9	+ 8,4
b....	8-8	594 A.G. Christiania	3.22.24,66	»	21.36. 4,0	»

Position apparente de la comète.

Date. 1908.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Sept. 5............	3.11.50,87	$\bar{1}$,934*n*	21.32.53,0	0,039

Remarque. — Cette comète, de neuvième grandeur, a une tête ronde, nébuleuse, de 2′,5 de diamètre, sans noyau bien défini. Une courte et vague queue prolonge la tête dans la direction SW.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la quadrique de Lie.* Note de M. A. **Demoulin**.

Conservant toutes les notations de notre Note du 24 août 1908, désignons par (M_α) et (M_β) les asymptotiques $\alpha = \text{const.}$ et $\beta = \text{const.}$ qui se croisent en M, et par t' et t leurs tangentes en ce point.

Lorsque M décrit (M_α), la tangente t engendre une surface réglée (Σ). Lorsque M décrit (M_β), la tangente t' engendre une surface réglée (Σ').

Soient Π le plan asymptote de (Σ) relatif à la génératrice t et d la caractéristique que ce plan admet lorsque t engendre (Σ); les droites d et t sont parallèles. Soient Π' le plan asymptote de (Σ') relatif à la génératrice t' et d' la caractéristique que ce plan admet lorsque t' engendre (Σ'); les droites d' et t' sont parallèles.

La droite m d'intersection des plans Π et Π' est parallèle au vecteur $(x''_{\alpha\beta}, y''_{\alpha\beta}, z''_{\alpha\beta})$ [1] et à la normale, en I, à la surface (I).

La demi-quadrique (Q) osculatrice à (Σ) suivant t et la demi-quadrique (Q′) osculatrice à (Σ') suivant t' appartiennent à une même quadrique (L) (Sophus Lie). Les droites d et d' se coupent sur m au centre C de cette quadrique. Le segment MC est égal à $\frac{s}{k}$, s désignant la longueur du vecteur $(x''_{\alpha\beta}, y''_{\alpha\beta}, z''_{\alpha\beta})$. Si l'on désigne par $-P^2$ le produit des carrés des demi-axes de la *quadrique de Lie*, on peut écrire $\sqrt{P} = \frac{\delta}{k}$.

Les développables de la congruence engendrée par la droite m ont pour équation différentielle $r\,d\alpha^2 - r'\,d\beta^2 = 0$. Si rr' est $\neq 0$, elles découpent sur (M) un réseau conjugué.

Les foyers Φ et Φ' de la droite m divisent harmoniquement le segment MC et l'on a

$$M\Phi . M\Phi' = \frac{\varpi_1^2 \lambda_1^2}{P} \overline{MC}^2,$$

si l'on désigne par ϖ_1 la distance de l'origine au plan tangent à la surface (I) et par $-\lambda_1^{-2}$ la courbure totale de cette surface.

Pour que la quadrique de Lie soit un paraboloïde, il faut et il suffit que

---

(1) *Cette propriété appartient à tous les réseaux.* On déduit de là que, si k est $\neq 0$, les surfaces telles que (Σ) et (Σ'), relatives au réseau (α, β) tracé sur la surface (I), ont pour développables asymptotes des cônes dont les sommets sont à l'origine. La détermination des surfaces qui ont pour indicatrice de leur courbure totale une surface donnée revient à la détermination, sur cette surface, des réseaux jouissant de la propriété indiquée.

k soit nulle, c'est-à-dire que la surface (M) appartienne à la *première classe* (Darboux, *Leçons*, IIIe Partie, p. 368; IVe Partie, p. 512).

Le *paraboloïde de Lie* n'est de révolution que lorsque l'indicatrice (I) est une surface minima, les courbes du réseau (α, β) étant minima. Nous avons étudié, en 1902, dans les *Comptes rendus*, les surfaces jouissant de cette propriété.

Les surfaces pour lesquelles l'axe du paraboloïde de Lie a une direction constante possèdent les propriétés *caractéristiques* suivantes : 1° le produit $c\sqrt{\lambda}$ est constant, c désignant le cosinus de l'angle que la normale en M fait avec une droite fixe (à laquelle est parallèle l'axe du paraboloïde); 2° la courbure totale du paraboloïde en son sommet est constante; 3° sur les surfaces telles que (Σ) et (Σ') la ligne flecnodale est tout entière à l'infini.

Ces surfaces ont été rencontrées par MM. Darboux (*Leçons*, IIIe Partie, p. 273) et Goursat (*loc. cit.*). On les obtient en posant $\theta_1 = \text{const.}$, $\theta_2 = \alpha + \beta$, $\theta_3 = f\alpha + \varphi\beta$. Chacune de leurs asymptotiques appartient par ses tangentes à un complexe linéaire.

Revenons au cas général et déterminons l'enveloppe de la quadrique (L). Si α varie seul, la quadrique (L) a pour caractéristique la génératrice t', comptée deux fois, et deux génératrices g'_1, g'_2 qui coupent t' aux points F'_1, F'_2. Si β varie seul, la caractéristique de (L) se compose de la génératrice t, comptée deux fois, et de deux génératrices g_1, g_2 qui coupent t aux points F_1, F_2. Soient M_1, M_2 les points d'intersection des droites g'_1, g'_2 avec g_1 et M_4, M_3 les points d'intersection des mêmes droites avec g_2. Il est clair que l'enveloppe de la quadrique (L) se compose de la surface (M) et des surfaces (M_1), (M_2), (M_3), (M_4), lieux des points M_1, M_2, M_3, M_4 [1]. On voit, en outre, que les plans des angles du quadrilatère $M_1M_2M_3M_4$ touchent leurs enveloppes aux sommets de ces angles.

Si g_2 coïncide avec g_1, les surfaces (M_4) et (M_3) coïncident respectivement avec (M_1) et (M_2). Lorsque β varie seul, les points M_1 et M_2 décrivent des asymptotiques dont les tangentes sont les droites g'_1 et g'_2. Dès lors, sur les surfaces (M_1) et (M_2) qui sont évidemment les focales de la congruence engendrée par la droite g_1, les lignes asymptotiques se correspondent.

Enfin, *il existe des surfaces pour lesquelles g_2 et g'_2 coïncident respectivement avec g_1 et g'_1*. Alors les surfaces (M_2), (M_3), (M_4) coïncident avec (M_1), et l'enveloppe de la quadrique (L) se réduit aux surfaces (M) et (M_1). Sur ces

[1] Dans certains cas particuliers, quelques-unes de ces surfaces peuvent se réduire à des courbes ou à des points fixes.

surfaces, les lignes asymptotiques se correspondent et les tangentes, en M_1, aux lignes $\alpha = \text{const.}$, $\beta = \text{const.}$, sont respectivement les droites g'_1, g_1. On conclut de là que *les deux surfaces ont mêmes quadriques de Lie.*

Le centre C de la quadrique de Lie décrit, en général, une surface. Le plan tangent, en C, à cette surface passe par les milieux T, T' des segments F_1F_2, $F'_1F'_2$, et les droites CT, C'T' sont respectivement tangentes, en C, aux courbes $\alpha = \text{const.}$, $\beta = \text{const.}$

Pour que les plans tangents en C et en M soient parallèles, il faut et il suffit que le produit des axes de la quadrique de Lie soit constant ou encore que, sur les surfaces (Σ) et les surfaces (Σ'), une des branches de la ligne flecnodale soit à l'infini.

Le point C ne décrit une courbe que dans le cas où la surface (M) est réglée.

Enfin, le point C peut être fixe, à distance finie ou infinie. Le cas où il est à l'infini a été examiné plus haut. S'il est à distance finie, prenons-le comme origine des coordonnées; alors le vecteur $(x''_{\alpha\beta}, y''_{\alpha\beta}, z''_{\alpha\beta})$ est parallèle au vecteur (x, y, z) et, en tenant compte de la propriété de l'équation (5) de notre Note du 24 août 1908, on trouve $\varpi\sqrt{\lambda} = \text{const.}$ Réciproquement, si $\varpi\sqrt{\lambda} = \text{const.}$, le point C est en O. En effet, en vertu de la propriété qui vient d'être invoquée, les vecteurs $(x''_{\alpha\beta}, y''_{\alpha\beta}, z''_{\alpha\beta})$, (x, y, z) sont parallèles et, par suite, MC passe par le point O. Ce point étant fixe appartient nécessairement aux caractéristiques d et d' des plans Π et Π', et, dès lors, le point C coïncide avec le point O.

M. Tzitzéica a étudié récemment (*Comptes rendus*, 1907 et 1908) les surfaces pour lesquelles $\varpi\sqrt{\lambda} = \text{const.}$ Je les désignerai par la lettre T. Avec cette notation, les résultats que nous venons d'établir peuvent être formulés comme il suit : *Pour qu'une surface soit* T, *relativement à un point* O, *il faut et il suffit que ses quadriques de Lie aient pour centres le point* O. Ce théorème s'applique à toutes les surfaces, réglées ou non ; mais, dans le cas des surfaces réglées, il prend cette forme plus simple : *Pour qu'une surface réglée soit* T, *relativement à un point* O, *il faut et il suffit que ses quadriques osculatrices aient pour centre le point* O [1]. On déduit immédiatement de là que les

---

[1] Dans notre Note du 29 juin 1908, nous avons établi le théorème suivant : *Pour que les deux branches de la ligne flecnodale d'une surface réglée soient à l'infini, il faut et il suffit que ses quadriques osculatrices aient même centre.* En rapprochant ce théorème et le théorème énoncé dans le texte, on obtient la propriété caractéristique des surfaces T réglées que M. Tzitzéica a fait connaître dans sa Note du 9 décembre 1907.

surfaces (Σ) et les surfaces (Σ') attachées à une surface qui est T, relativement à un point O, sont elles-mêmes T, relativement au même point. Cette remarque a été faite par M. Tzitzéica, qui a, en outre, énoncé (*Comptes rendus*, 23 janvier 1908) une condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface non réglée soit T. Cette condition se ramène aisément à celle qui a été obtenue plus haut.

AÉRONAUTIQUE. — *Le vol plané sans force motrice.* Note de M. **Ernest Esclangon**, transmise par M. P. Appell.

Le vol plané durant un temps indéfini et sans force motrice est-il possible? M. Marcel Deprez a montré, dans des Notes récentes [1] publiées aux *Comptes rendus*, que le vol plané de certains oiseaux pourrait s'expliquer aisément par le jeu des pressions de l'air sur les différentes parties du corps de l'oiseau, en supposant toutefois que l'air est animé d'une *vitesse ascendante*. Les observations météorologiques ne mettent pas en évidence de vitesse verticale de l'air continue et de même sens, même en moyenne et pendant un temps de quelque durée, mais il semble qu'on puisse généraliser la conclusion de M. Deprez, s'affranchir de l'hypothèse d'une vitesse ascendante et montrer que toute *variation géométrique* dans la vitesse du vent, par rapport à sa *vitesse horizontale moyenne*, peut être, en principe, utilisée comme force motrice par un oiseau planeur ou un aviateur.

Prenons en effet, comme système d'axes, un système animé d'un mouvement de translation horizontal et uniforme égal à la *vitesse horizontale moyenne* du vent, et étudions le mouvement d'un aviateur par rapport à ce système. Il est clair que c'est bien là le mouvement, c'est-à-dire le mouvement par rapport à l'air environnant, qui doit être envisagé dans le problème de l'aviation. En supposant l'axe Oz vertical et désignant par M la masse de l'aviateur, supposé dépourvu de toute source propre d'énergie, par z son altitude, on a, en appliquant le théorème des forces vives,

$$\sum \frac{mv^2}{2} + Mgz = \mathfrak{G}_r + \text{const.}, \tag{1}$$

$\mathfrak{G}_r$ désignant la somme des travaux des réactions de l'air sur les différentes parties de l'appareil.

---

(1) *Comptes rendus*, 13 avril, 18 mai, 22 juin 1908.

Il est clair que, si ϖ_r allait constamment en diminuant, l'aviateur ne saurait, en aucune manière, se maintenir indéfiniment dans l'atmosphère. Or on peut montrer que, quelles que soient la vitesse du vent et celle de l'aviateur à un instant donné, on peut imaginer pour l'aviateur, supposé de forme convenable, une orientation telle que le travail élémentaire de la réaction de l'air soit positif.

Soient, en effet, V_A le vecteur représentant la vitesse de l'aviateur, V_a le vecteur représentant la vitesse du vent et V_r le vecteur représentant la *vitesse relative de l'air par rapport à l'aviateur*; on a

$$(V_a) = (V_A) + (V_r). \tag{2}$$

Donnons aux trois vecteurs V_A, V_a, V_r une même origine O correspondant au centre d'un élément de surface de l'aviateur. On en conclut, en vertu de la relation géométrique (2), qu'on peut donner à l'élément de surface de l'aviateur une orientation telle que les trois vecteurs considérés soient d'*un même côté* par rapport à ce plan, et cela puisque les trois vecteurs V_A, V_a, V_r sont compris dans un angle moindre (au plus égal) que 180°. Or la réaction N de l'air, sur cet élément de plan, dépend *uniquement de* V_r; elle sera (au frottement près) dirigée suivant la normale au plan et du même côté que les trois vecteurs V_A, V_a, V_r. L'angle de V_A avec N étant aigu, le travail élémentaire de la réaction sera positif. Rien n'est plus facile de concevoir l'aviateur construit de façon que la somme algébrique de tous ces travaux élémentaires soit positive; la réaction de l'air deviendra ainsi agent moteur et l'énergie totale de l'aviateur croîtra. On peut remarquer de plus que la vitesse V_a sera toujours faible (puisqu'en définitive V_a est seulement la vitesse relative de l'air par rapport à sa vitesse horizontale moyenne); l'angle de V_A avec V_r restera voisin de 180°, de sorte que l'orientation à donner au plan de l'aviateur restera voisine d'une direction comprenant celle de sa vitesse propre. C'est pour cette raison, sans doute, que chez les oiseaux planeurs on n'observe ni déformation ni changement d'orientation brusques.

Le raisonnement précédent est toutefois en défaut dans les cas suivants : la vitesse V_a du vent a même direction que V_A, mais est de sens opposé, ou bien, si elle est de même sens, elle lui est inférieure en grandeur, ou enfin V_a est nulle. Mais outre que, dans ces cas, on pourrait toujours réduire le travail de la réaction au seul travail de frottement en orientant le plan de façon à comprendre la direction V_A; il faut remarquer, en outre, que ces circonstances sont nécessairement de très courte durée; le vent variant constamment de vitesse et V_a changeant continuellement d'orientation et de grandeur.

En définitive, on voit que *toutes les variations* (en grandeur et sens) de la vitesse du vent *par rapport à sa vitesse horizontale* peuvent être utilisées comme force motrice en augmentant l'énergie totale du système. Il reste toutefois à savoir si cet accroissement d'énergie peut être indifféremment transformé en accroissement de vitesse ou accroissement de hauteur, ou

plus généralement si l'énergie d'un aviateur peut indifféremment être transformée soit en énergie cinétique, soit en énergie potentielle d'altitude. C'est là une autre question que je n'envisage pas ici et qui paraît, du reste, comporter une réponse affirmative.

Il semble donc, en se bornant au seul point de vue auquel je viens de me placer, que si l'on veut réduire au minimum l'énergie propre nécessaire (et qui sera toujours indispensable) à la propulsion des aviateurs, il faudra aborder séparément les deux problèmes suivants :

1° Savoir transformer, au moins à certains moments et avec faible perte d'énergie, la vitesse en altitude et réciproquement;

2° Construire des aviateurs qui puissent s'adapter, ainsi que doivent le faire instinctivement les oiseaux, aux circonstances de chaque instant, de façon à utiliser à leur profit, à la façon qu'on vient d'indiquer, les variations continuelles de la vitesse du vent. La réalisation de cette dernière condition présentera incontestablement, au point de vue pratique, les plus grandes difficultés.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux liquides des éthers-sels de l'ergostérine.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

L'ergostérine, découverte et étudiée par M. C. Tanret [1], est un genre tout à fait particulier de cholestérine; aussi était-il intéressant de voir si ses composés possèdent les propriétés physiques remarquables de ceux de cette dernière : présenter entre certains intervalles de température une et même deux phases liquides biréfringentes (O. Lehmann).

Je dois à l'obligeance de M. C. Tanret quelques éthers-sels de ce corps, dont l'étude m'a fourni les résultats suivants :

Propionate d'ergostérine. — Alors que le propionate de cholestérine fournit un excellent exemple de cristaux liquides (O. Lehmann), le propionate d'ergostérine semble, au premier examen, ne pas présenter de phase liquide biréfringente; celle-ci existe cependant, mais les deux points de fusion sont si rapprochés l'un de l'autre que le liquide isotrope passe parfois directement en se refroidissant à la phase solide. En examinant les différentes plages d'une préparation microscopique, on n'observe en général de liquide cristallin que sur quelques plages, si la température est voisine du premier point de fusion, 150°. Celui-ci montre de petits cristaux à contour losangique s'éteignant suivant les diagonales, se déformant sous l'influence de la moindre action

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, 1889, p. 98, et t. CXLVII, 1908, p. 75.

exercée sur le couvre-objet, se fusionnant entre eux et coulant comme un liquide visqueux. Ils se transforment, dès que la température s'abaisse légèrement, en donnant des sphérolites solides.

L'addition à la préparation d'une petite quantité de para-azoxyphénétol permet de mettre facilement en évidence la phase liquide du propionate d'ergostérine. Ces deux substances fondues sont miscibles et possèdent les propriétés du mélange de propionate de cholestérine et de para-azoxyphénétol.

Les sphérolites obtenus par solidification du propionate d'ergostérine appartiennent à deux modifications : les uns sont peu biréfringents et leurs fibres sont à allongement négatif; les autres, très biréfringents, sont à allongement positif. Ni les uns ni les autres ne présentent les enroulements hélicoïdaux signalés dans une des formes du propionate de cholestérine par M. Wallerant (¹).

Acétate d'ergostérine. — La phase liquide biréfringente, si facile à constater avec l'acétate de cholestérine, est encore plus difficile à mettre en évidence qu'avec le composé précédent. Il faut avoir recours à l'addition d'une petite quantité de para-azoxyphénétol.

Butyrate d'ergostérine. — Cet éther permet, contrairement aux deux sels qui viennent d'être examinés, d'observer très facilement les cristaux liquides, les deux points de fusion étant assez éloignés l'un de l'autre. Par refroidissement du liquide isotrope, il se produit d'abord de tout petits cristaux, prenant en peu de temps la forme de losanges plus ou moins allongés. Ceux-ci sont très biréfringents, s'éteignent suivant leurs diagonales. Parfois il se produit des plages ayant la forme de triangles isoscèles, montrant des extinctions roulantes et correspondant, par conséquent, à un fragment de sphérolite dont le centre serait sur le sommet opposé au petit côté qui est généralement courbe. Ces cristaux, beaucoup moins fluides que ceux du propionate, du benzoate et même du butyrate de cholestérine, conservent leur individualité si la préparation reste immobile; mais, sous une légère pression exercée sur le couvre-objet ou un déplacement de ce dernier, ils s'écrasent, coulent, se déforment, se soudent les uns aux autres pour ne former qu'une masse dont les molécules ont la même orientation optique. Autour d'une bulle d'air, ils se déforment de manière que l'ensemble des cristaux modifiés finit par donner une sorte de sphérolite ayant la bulle au centre. Les molécules s'orientent aussi de façon que la plaque montre un axe optique, mais beaucoup moins facilement que dans les composés de la cholestérine avec l'acide glycolique et la glycérine que j'ai autrefois étudiés (²).

Le butyrate de cholestérine donne, en se solidifiant, des sphérolites à allongement négatif, formés d'un grand nombre de cristaux liquides dont le contour est parfois encore visible après la solidification.

Le mélange de butyrate d'ergostérine et de para-azoxyphénétol donne les belles couleurs caractéristiques de quelques éthers de la cholestérine.

Composés de l'ergostérine avec l'acide glycolique et avec la glycérine. — L'ergostérine chauffée avec l'acide glycolique et avec la glycérine donne, comme la cholesté-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 605.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 722.

rine, des composés montrant une phase liquide anisotrope, ayant les mêmes caractères que celle de ceux de cette dernière substance, mais les cristaux sont un peu moins plastiques. Quand l'acide glycolique ou la glycérine sont en excès, il y a production de sphérolites mous, discoïdes, lenticulaires ou vermiformes. Ils se distinguent de ceux des éthers correspondants de la cholestérine produits dans les mêmes conditions par leur instabilité et ne peuvent pas être du tout conservés à la température ordinaire.

Composés de la cholestérine et de l'ergostérine avec l'orcine. — La cholestérine et l'ergostérine chauffées avec l'orcine donnent chacune un composé dont l'existence n'a pas encore été signalée et intéressant, parce qu'il donne un liquide cristallin ayant les mêmes caractères que ceux du glycolate de ces deux corps.

Fongistérine. — J'ai examiné seulement les composés obtenus avec ce corps et l'acide glycolique, la glycérine et l'orcine. La phase liquide anatrope qu'ils présentent possède les mêmes caractères que celles des éthers correspondants de l'ergostérine.

En résumé : 1° les éthers de l'ergostérine présentent une phase liquide anisotrope, mais avec le propionate et l'acétate cette phase est assez difficile à mettre en évidence, contrairement à ce qui a lieu pour les mêmes éthers de la cholestérine ; 2° les cristaux liquides des éthers de l'ergostérine sont plus visqueux que ceux des composés correspondants de la cholestérine, aussi sont-ils plus individualisés ; 3° la cholestérine, l'ergostérine et la fongistérine chauffées avec l'orcine donnent un composé non encore signalé, donnant un liquide cristallin ; 4° enfin, une goutte d'ergostérine et de fongistérine, solidifiée après fusion, sur une lame de verre, et recouverte d'un couvre-objet, ne donne, dans aucun cas, des sphérolites à enroulements hélicoïdaux, ce qui permet de distinguer facilement ces deux substances de la cholestérine et de la phytostérine.

PATHOLOGIE. — *La virulence des bacilles dans ses rapports avec la marche de la tuberculose pulmonaire.* Note de MM. **A. Rodet** et **P. Delanoë**, présentée par M. A. Chauveau.

La marche si variable de la tuberculose pulmonaire a-t-elle sa cause, unique ou principale, dans l'inégalité de résistance des sujets? Ne faut-il pas penser que, conformément à une loi absolument générale en Pathologie infectieuse expérimentale, un rôle important, sinon prépondérant, revient à l'inégale virulence des bacilles? Nous avons voulu apporter une contribution à ce problème en recueillant les bacilles chez le plus grand nombre possible de tuberculeux et en dosant leur virulence.

Nos recherches ont porté sur 28 malades, atteints des formes les plus diverses de

tuberculose pulmonaire, depuis les cas les plus aigus jusqu'aux formes les plus prolongées, tous porteurs de bacilles dans les crachats. Pour mesurer la virulence des bacilles, nous les avons d'abord obtenus en culture pure, après inoculation des crachats au cobaye, et nous avons injecté ces cultures, en quantité rigoureusement semblable, à des cobayes et à des lapins : les cobayes ont été généralement conservés jusqu'à leur mort, les lapins sacrifiés après 2 mois environ. Nous avons pu ainsi étudier complètement les bacilles de 26 malades sur 28. Dans deux cas, les crachats, quoique ayant donné un résultat positif à l'examen microscopique, n'ont pas tuberculisé le cobaye et n'ont déterminé chez lui que des lésions insignifiantes qui n'ont pas permis d'isoler le bacille.

Deux faits saillants ressortent de notre étude.

1. La virulence des divers bacilles s'est montrée très inégale. Sur le lapin, conformément aux résultats classiques jadis obtenus par M. Arloing avec les tuberculoses chirurgicales, les différences ont été très tranchées, permettant d'établir une échelle de virulence, depuis les bacilles déterminant dans cette espèce à la fois des lésions locales et de graves lésions pulmonaires, jusqu'à ceux qui ne provoquent pas même de lésions locales, tout en étant susceptibles de tuberculiser le cobaye. Sur le cobaye, les bacilles se sont encore distingués nettement les uns des autres par la rapidité de l'infection.

Le parallélisme entre la virulence de nos bacilles pour le cobaye et leur virulence pour le lapin n'est pas absolu; il n'est cependant pas complètement en défaut. Les deux échelles de virulence concordent presque absolument dans les degrés extrêmes; ceux de nos bacilles qui ont été les plus virulents pour le lapin ont été aussi, sauf un, d'activité maxima pour le cobaye; les bacilles sans action sur le lapin ont tous présenté le minimum d'activité pour le cobaye. La concordance est très inconstante dans les degrés intermédiaires.

2. Les bacilles étant classés, soit d'après leur aptitude à tuberculiser le lapin, soit d'après la moyenne de leur activité pour les deux espèces, nous constatons une relation manifeste entre leur virulence et la marche des cas d'où ils proviennent. La concordance est à peu près parfaite, si l'on considère les degrés extrêmes de l'échelle : aux bacilles occupant le premier degré dans l'échelle de virulence moyenne correspondent presque uniquement des formes très aiguës (tuberculose amenant la mort en quelques mois); aux bacilles de très faible activité pour le cobaye et sans action sur le lapin correspondent exclusivement des formes très prolongées. Pour les bacilles occupant les degrés intermédiaires de l'échelle de virulence, la concordance est moins rigoureuse, tout en se retrouvant dans nombre de cas.

L'interprétation la plus simple de ces faits, qui est aussi la plus probable,

d'après certaines données générales et d'après quelques-uns eux-mêmes des cas de notre étude, c'est que le bacille, avec son degré de virulence, entre comme facteur important dans le déterminisme de la gravité de l'affection qu'il cause. Et nous pensons pouvoir formuler comme suit les enseignements qui se dégagent de nos recherches :

L'organisme humain, attaqué par un bacille tuberculeux très actif, subit presque toujours une infection à marche rapide ; contre les bacilles très virulents (du moins reçus en quantité suffisante et par une voie favorable), il ne sait pas se défendre efficacement.

Sous l'action d'un bacille peu virulent, au contraire, il ne réalise jamais que des infections chroniques.

C'est en présence des bacilles de virulence moyenne que s'accusent les différences individuelles.

En fin de compte, pour expliquer la marche si variable de la tuberculose pulmonaire, il ne suffit pas d'invoquer la résistance individuelle, l'inégalité du terrain ; il est nécessaire de faire la part la plus large à la virulence du bacille infectant. Et, si l'on songe en outre à l'influence du nombre des bacilles, de la répétition des infections, à l'influence aussi de l'état d'immunité qui peut succéder à une première atteinte, simulant une résistance initiale, il paraît permis de conclure que, en matière d'évolution de la tuberculose pulmonaire, le facteur *virulence* prime le facteur *prédisposition*.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'intra-dermo-réaction à la tuberculine chez les animaux.* Note de MM. **G. Moussu** et **Ch. Mantoux**, présentée par M. Bouchard.

Sous le nom d'*intra-dermo-réaction* à la tuberculine, l'un de nous a désigné l'épreuve qui consiste à injecter dans l'épaisseur de la peau une quantité dosée de tuberculine. Chez l'espèce humaine, à la dose de $\frac{1}{100}$ de milligramme de tuberculine, les résultats de cette injection ont été absolument démonstratifs pour les cas de tuberculose latente ou douteuse [1].

Chez les animaux, la méthode est applicable à toutes les espèces domestiques et ses résultats positifs sont caractérisés par des signes facilement appréciables.

---

[1] Ch. Mantoux, *Intra-dermo-réaction à la tuberculine* (*Comptes rendus*, 10 août 1908).

Chez les sujets de l'espèce bovine atteints de tuberculose avérée, de tuberculose douteuse ou de tuberculose latente, l'injection intra-dermique de 1^{cg} de tuberculine détermine, dans le délai de 48 heures, l'apparition d'une plaque œdémateuse circulaire dont les dimensions varient de celles d'une pièce de cinq francs à celles de la paume de la main, et dont l'appréciation à la vue et au toucher reste toujours d'une extrême facilité.

Pratiquée dans l'épaisseur d'un pli sous-caudal, région que nous considérons comme la région d'élection par excellence pour cette épreuve, cette injection intra-dermique, faite sans aucune manœuvre préliminaire, donne dans les cas de réaction positive une infiltration œdémateuse locale qui double, triple ou quadruple l'épaisseur normale du pli. Cette réaction locale prend assez souvent l'aspect d'un renflement du volume d'une amande ou d'une noix, et, par comparaison avec le pli sous-caudal symétrique, la différence peut être enregistrée par les personnes les moins averties.

Cette intra-dermo-réaction ne provoque pas de poussée thermique générale, ne trouble pas l'état de santé des sujets, ne provoque pas ou peu de perte de lait chez les laitières, peut en somme se faire sans que le mode d'utilisation des animaux soit en rien modifié.

Elle a les avantages de l'injection sous-cutanée de tuberculine sans en présenter les nombreux inconvénients (immobilisation des sujets à éprouver, prises multiples de température, pertes de lait ou de travail, danger des poussées de généralisation tuberculeuse, etc.); elle n'expose pas aux mêmes erreurs que l'ophtalmo- ou la cuti-réaction et nous semble devoir être la méthode de choix de l'avenir pour la recherche des cas de tuberculose cachée chez les animaux de l'espèce bovine.

Chez les animaux sains, l'injection intra-dermique reste toujours sans effets.

Chez les animaux de l'espèce caprine, la recherche de cas douteux de tuberculose peut être exécutée exactement comme chez les Bovidés et avec des résultats absolument identiques.

Les cas de tuberculose expérimentale, par bacilles bovins ou bacilles humains, provoquent des réactions locales identiques à celles provoquées par les cas de tuberculose naturelle. Il en est de même chez les animaux de l'espèce ovine.

Chez les sujets de l'espèce porcine, pour lesquels on n'avait pas encore trouvé de méthode pratique de recherche de la tuberculose, l'intra-dermo-réaction est d'une application aussi facile que chez les Bovidés et se montre encore aussi certaine dans ses résultats.

Pratiquée vers la base de l'oreille, l'injection intra-dermique donne lieu, dans les cas positifs, à une réaction locale très visible qui apparaît dans les

heures qui suivent l'inoculation et atteint son acmé en 36 à 48 heures. Cette réaction se traduit par la formation d'une plaque d'œdème en forme de macaron, avec, à sa partie centrale, une tache hémorragique qui est successivement rouge vif, rouge brun, rouge violacé, puis noirâtre. La résorption et la disparition de la plaque d'œdème se fait progressivement à dater du troisième jour; mais la plaque hémorragique persiste de 10 à 15 jours.

Chez les animaux non tuberculeux, la même injection reste sans effets.

L'appréciation de la réaction positive est d'une extrême facilité, elle saute aux yeux.

Il y a là, pour les animaux de l'espèce porcine, un procédé tout nouveau, qui est appelé à rendre de très grands services dans les exploitations d'élevage en grand, puisque aucune des méthodes jusqu'ici utilisées n'avait réellement de valeur pratique.

L'épreuve de l'intra-dermo-réaction ne gêne pas les effets d'une injection sous-cutanée de tuberculine pratiquée dans les jours qui suivent; par contre, l'injection sous-cutanée (qui correspond à une dose massive si on la compare à celle utilisée dans l'intra-dermo) entrave l'évolution de la réaction locale lorsque cette intra-dermo-réaction est cherchée à la suite de l'injection sous-cutanée.

En résumé, la recherche de l'intra-dermo-réaction à la tuberculine nous paraît plus simple, plus pratique, moins dangereuse dans ses effets ultérieurs que l'injection sous-cutanée, dont elle conserve cependant tous les avantages. Elle n'a pas les inconvénients des ophtalmo- et cuti-réactions et n'expose pas aux mêmes erreurs.

C'est une méthode qui nous semble devoir se substituer aux autres.

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques propriétés physiologiques des muscles des Invertébrés.* Note de M. **Jan Sosnowski**, transmise par M. Yves Delage.

Pendant mon séjour à la station biologique de Roscoff j'ai eu l'occasion d'étudier quelques propriétés physiologiques des muscles des Invertébrés. Mes observations portent surtout sur *Mya arenaria* et *Sipunculus nudus*; j'ai fait aussi quelques expériences sur les muscles de *Phascolosoma* et de *Mytilus*. Pour enregistrer les courbes j'ai employé un simple myographe à poids et un signal électromagnétique de Desprez. J'ai excité toujours avec la bobine

d'induction (grand modèle de Ch. Verdin); comme source d'électricité je me suis servi d'une batterie d'éléments de Leclanché, dont le voltage était à peu près égal à 12 volts. L'intensité du courant dans la bobine primaire était 40 milliampères (la résistance des piles était très grande). Les électrodes étaient toujours en fil de platine, enveloppé dans une couche de ouate mouillée d'eau de mer pour protéger le tissu musculaire contre l'alcali et l'acide qui se développent à la surface des électrodes métalliques.

La propriété la plus remarquable de tous les muscles étudiés par moi, c'est leur fatigabilité rapide; il suffit d'exciter une fois un muscle pour qu'il se fatigue et pour que, dans l'espace de plusieurs secondes, la contraction suivante soit très affaiblie. Si les excitations se répètent en rythme de plusieurs secondes, les contractions disparaissent bientôt; le nombre des contractions dépend des intervalles entre elles.

Un siphon séparé de *Mya*, chargé de 50^g; le seuil d'excitabilité, 95^{mm}. Excitations en rythme de 5 secondes avec la bobine mise à 115^{mm}. La première secousse produit une élévation de la courbe égale à 9^{mm}, la seconde 6^{mm}. Pendant la septième contraction, l'élévation de la courbe atteint son maximum; ensuite le muscle s'allonge peu à peu et répond seulement à treize secousses.

Il est très facile de démontrer qu'il s'agit ici de la fatigue de l'excitabilité, pas de contractilité : si nous avons un muscle de *Mya* qui ne répond plus aux excitations électriques, les excitations mécaniques ne tardent pas à produire une contraction violente. Pendant la durée de l'excitation mécanique et de la contraction le muscle se repose et, bien que raccourci, cesse d'être réfractaire aux secousses électriques. Je crois que nous avons ici des phénomènes du même ordre que ceux décrits par Jennings (1) sous le nom *acclimatization to stimuli*.

Les excitations électriques très faibles, qui ne produisent aucune contraction musculaire, sont suffisantes pour fatiguer le muscle, c'est-à-dire pour élever le seuil de l'excitabilité.

Pendant la tétanisation, le muscle se fatigue très rapidement et alors commence à s'allonger, ce qu'a vu et décrit de Varigny (2), sans cependant donner une explication exacte de ce phénomène.

Si le muscle est déjà assez fortement fatigué, la cessation d'excitation ne produit aucun effet sur la courbe musculaire; dans le cas contraire, le

---

(1) JENNINGS, *Behaviour of the lower organisms*, 1906.

(2) *Arch. de Zool. expér.*, 3e série, t. III, Suppl.

muscle s'allonge plus vite qu'auparavant. Si les excitations ne sont pas suffisamment fréquentes, on voit au commencement le tétanos incomplet, qui peu à peu devient complet. Dans le travail de de Varigny on trouve un bon nombre de courbes pareilles. Il s'agit ici aussi du phénomène de la fatigue. On peut le démontrer, si l'on cesse d'exciter le muscle pour quelques moments; le recommencement de l'excitation ne produit aucun effet, même si le muscle s'est déjà sensiblement allongé. On peut voir les mêmes phénomènes de la fatigue sur les muscles non séparés du corps.

De cette fatigabilité extrêmement rapide il faut toujours tenir compte au cours des expériences sur l'excitabilité musculaire.

En comparant les divers muscles des Invertébrés, on peut dire que plus la contraction musculaire est lente, plus vite la fatigue se produit.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 31 août 1908.)

Discours de M. *Edmond Perrier :*

Page 447, ligne 10, *au lieu de* banquet, *lire* bouquet.

(Séance du 7 septembre 1908.)

Note de M. *H. Deslandres,* Grands alignements et tourbillons de l'atmosphère solaire :

Page 468, ligne 8, *au lieu de* Or l'image de la couche K_3 a été obtenue, *lisez* Or l'image de la couche moyenne K_2 a été obtenue.